DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zwölfter Jahrgang. 8. Februar 1924. Heft 6.

Die Durchlüftung der Nord- und Ostsee.

Von Bruno Schulz, Hamburg.

In fast allen Meeren zeugen die dort vorhandenen Pflanzen und Tiere davon, daß die für den Ablauf von Lebensvorgängen erforderlichen Vorbedingungen erfüllt sind. Es müssen dort offenbar auch die für die Organismen wichtigsten Bestandteile der Luft, nämlich Sauerstoff und Kohlensäure, hinreichend vorhanden sein. Die Verbreitung dieser Gase im Meere und auch ihre Beziehungen zueinander festzustellen, ist eine wichtige Aufgabe, deren Lösung für sämtliche das Meer und die darin vorhandenen Lebewesen behandelnden Wissenschaften von Bedeutung ist. Während nun die Verbreitung des Sauerstoffs in unseren heimischen Meeren verhältnismäßig gut und im Atlantischen und Indischen Ozean wenigstens in großen Zügen bekannt ist, herrschte bis vor kurzem über das Auftreten der als Gas gelösten Kohlensäure große Unklarheit. Hierüber und auch über die ganz wesentlich vom Kohlensäuregehalt abhängige Reaktion des Meerwassers haben nun in den Jahren 1921 und 1922 in der Nord- und Ostsee ausgeführte Untersuchungen näheren Aufschluß gegeben. Diese wurden in der Nordsee und im Skagerrak auf einer im Juli 1921 von der Deutschen Kommission für Meeresforschung gemeinsam mit der Deutschen Seewarte in Hamburg veranstalteten Fahrt des Reichsforschungsdampfers „Poseidon" ausgeführt, im Kattegat, in der Beltsee und in der Ostsee bis zu den Alandsinseln auf insgesamt drei Fahrten des schwedischen Forschungsdampfers „Skagerrak" im August/September 1921, im März/April sowie im Juli 1922, endlich im Finnischen und Bottnischen Meerbusen auf einer Fahrt des finnländischen Forschungsdampfers „Nautilus" im Mai—Juni 1922. Auf den letztgenannten Fahrten konnten die auf dem „Poseidon" begonnenen Untersuchungen fortgeführt werden dank der Einladung der Schwedischen Kommission für Meeresforschung bzw. des Finnländischen Meeresforschungsinstitutes in Helsingfors an den Verfasser, an den Fahrten zu diesem Zwecke teilzunehmen. Die Bearbeitung der auf diesen fünf Untersuchungsfahrten gewonnenen Beobachtungen liegt jetzt vor, und im folgenden sei der Versuch gemacht, das sich aus den bisherigen Untersuchungen über den Durchlüftungszustand und damit im Zusammenhang stehende Fragen ergebende Bild in den wichtigsten Zügen darzustellen. —

1. Die Durchlüftung des Oberflächenwassers.

Die innige Berührung zwischen Wasser und Luft an der Meeresoberfläche verursacht, daß stets annähernd Gleichgewicht zwischen beiden vorhanden ist. Da aber die Absorptionskoeffizienten des Wassers für die einzelnen Komponenten der Luft sehr verschieden und außerdem in verschieden starkem Grade von Temperatur und Salzgehalt abhängig sind, ist bereits im Gleichgewichtszustand zwischen Wasser und Luft *die Zusammensetzung der im Wasser gelösten Luft abweichend von der in der Atmosphäre.* Des näheren ist dies aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 1.

Anteil des Stickstoffs, Sauerstoffs und der Kohlensäure an der Luft.

		Stickstoff + Argon	Sauerstoff	Kohlensäure	Stickstoff + Sauerstoff + Kohlensäure
A) in der Atmosphäre	in 1000 ccm	790 ccm	210 ccm	0,3 ccm	
	in Prozenten	79%	21%	0,03%	
B) in Süßwasser	bei 0° in 1000 ccm	18,64 ccm	10,29 ccm	0,51 ccm	29,4 ccm
	bei 0° in Prozenten	63%	35%	1,7%	100%
	bei 20° in 1000 ccm	12,59 ccm	6,57 ccm	0,26 ccm	19,4 ccm
	bei 20° in Prozenten	65%	34%	1,3%	100%
C) in Seewasser mit einem Salzgehalt von 35‰	bei 0° in 1000 ccm	14,42 ccm	8,04 ccm	0,44 ccm	22,9 ccm
	bei 0° in Prozenten	63%	35%	1,9%	100%
	bei 20° in 1000 ccm	10,42 ccm	5,36 ccm	0,23 ccm	16,0 ccm
	bei 20° in Prozenten	65%	34%	1,4%	100%

Während der Stickstoff (+Argon) in der Atmosphäre 79 % der Gesamtluft bildet, ist er in der im Wasser gelösten Luft auf etwa 64 % zurückgedrängt, der Sauerstoff nimmt dagegen im Wasser mehr als ein Drittel ein gegenüber etwa einem Fünftel in der Atmosphäre, er ist also erheblich löslicher als der Stickstoff. Noch weit mehr tritt die Kohlensäure hervor, sie bildet in der Atmosphäre nur 0,03 % der Gesamtluft, im Wasser aber 1½ bis fast 2 %! Der Absorptionskoeffizient für Kohlensäure ist bei den im Meere vorkommenden Salzgehalten bei Temperaturen unter 11—15 ° sogar größer als 1, d. h. in dem genannten Temperaturbereich ist in 1000 ccm Meerwasser mehr Kohlensäure gelöst, als sich im gleichen Volumen atmosphärischer Luft befindet. *In der Luft des Meerwassers ist also der Anteil der für die Lebenstätigkeit der Organismen wichtigen Gase, vor allem der Kohlensäure, wesentlich größer als in der Atmosphäre; besonders ist dies bei niedrigen Temperaturen der Fall.*

Die Gesamtmenge der in 1000 ccm Wasser gelösten Luft schwankt zwischen etwa 15 bis 30 ccm und ist, wie die Zahlen der Tabelle 1 zeigen, stark abhängig von Temperatur und Salzgehalt des Meerwassers. Da an der Oberfläche der Nord- und Ostsee die Unterschiede des Salzgehalts sehr groß sind — in der Nähe des Ozeans haben wir etwa 35 ‰ und im innersten Finnischen und Bottnischen Meerbusen nur fast 0 ‰ — und außerdem die Temperaturen im Laufe des Jahres sehr schwanken, treten beträchtliche *regionale und zeitliche Schwankungen des Luftgehaltes auf.*

Bei 0 ° sind im Süßwasser 29½ ccm Luft gelöst, im atlantischen Wasser nur 23 ccm, bei 20 ° sind die Werte 19½ und 16 ccm, so daß also zur Zeit der stärksten Erwärmung im Wasser der offenen Nordsee nur wenig mehr als die Hälfte der Luftmenge vorhanden ist wie im Winter im Wasser der inneren Gebiete der Finnland begrenzenden Meere. Bemerkenswert ist nun, daß nach den Untersuchungen von *J. Gehrke* das Wasser der Oberflächenschicht der Nordsee im Mittel im Mai mit Sauerstoff etwas übersättigt und im November etwas untersättigt ist. Wir können annehmen, daß bei der Erwärmung im Frühjahr und Abkühlung im Herbst der Luftaustausch zwischen Atmosphäre und Meer der Temperaturveränderung etwas nachhinkt. Wie weit allerdings Lebensvorgänge bei dieser festgestellten jährlichen Schwankung des Gleichgewichtszustandes eine Rolle spielen, läßt sich nicht entscheiden, da Beobachtungen über den Gehalt an Stickstoff und Kohlensäure nicht vorliegen. Ist nur die Temperaturänderung des Wassers die Ursache, so müßten alle Komponenten der Luft Anomalien in gleicher Richtung aufweisen, ist es aber das pflanzliche und tierische Leben, so müßte einem erhöhten Sauerstoffgehalt ein verminderter Kohlensäuregehalt und umgekehrt parallel gehen. In der Ostsee wurde nun im Jahre 1922 zu Zeiten schneller Temperaturzunahme des Oberflächenwassers sowohl der Sauerstoff- wie auch der Kohlensäuregehalt festgestellt. Es ergab sich, daß im Juni im westlichen Finnischen Meerbusen, in der Alandssee, im Schärenmeer und im Bottnischen Meerbusen sowohl der Sauerstoff- wie auch der Kohlensäuregehalt größer waren als dem Gleichgewichtszustande entsprach, offenbar war hier die schnelle Erwärmung nach dem Verschwinden des Eises die Ursache. Im Oberflächenwasser der Gotlandmulde war aber im Juli der Druck der Kohlensäure niedriger, der des Sauerstoffs höher als in der Atmosphäre, dort scheint also das Mengenverhältnis der Komponenten der Luft durch reichliches pflanzliches Leben beeinflußt gewesen zu sein. Wie sehr die Luft im Meere von Tier und Pflanze abhängt, zeigt sich in ungleich stärkerem Maße bei einer Betrachtung des Luftgehaltes der tieferen Wasserschichten.

2. Die Zone des überwiegenden Einflusses der Assimilation auf die Zusammensetzung der Luft.

In der unmittelbar unter der Oberfläche gelegenen Wasserschicht, meist bis 20, gelegentlich bis 40 m Tiefe, ist durch sehr viele unabhängig von einander gesammelte Beobachtungen festgestellt worden, daß im Sommer dort in der Regel der Sauerstoffgehalt größer ist, als er dem Gleichgewichtszustand mit der Atmosphäre entspricht, oder mit anderen Worten wurden für den relativen Sauerstoffgehalt[1]) höhere Werte als 100 % gefunden. Die folgende Tabelle 2 zeigt dies an zwei Beispielen aus der Nord- und Ostsee.

Bei dem Beispiel aus der offenen Nordsee ist der Sauerstoffgehalt bis über 30 m Tiefe ebenso groß oder größer als dem Gleichgewichtszustand entsprechend, bei der Serie aus der Ostsee ist das gleiche bis 20 m Tiefe der Fall. Woher stammt diese Anreicherung von Sauerstoff? Zwei Vorgänge biologischer Art beeinflussen den Luftgehalt: Assimilation und Atmung. Durch Assimilationsvorgänge wird Kohlensäure zerlegt in Kohlenstoff und Sauerstoff, dadurch wird Kohlensäure verbraucht und Sauerstoff erzeugt. Durch Atmung wird umgekehrt Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure neu gebildet. Ohne Zweifel wirken auch in diesen oberen Wasserschichten beide Vorgänge auf den Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt ein. Da aber als Endergebnis eine Vermehrung des Sauerstoffs nachzuweisen ist, müssen wir annehmen, daß die Assimilation die Atmung in ihrem Einfluß auf die Luft übertrifft. Daß dies so ist, wird durch die Tatsache verständlich, daß die Assimilation an Licht gebunden ist und sich daher hauptsächlich in der

[1]) Darunter ist das prozentische Verhältnis zwischen der im völligen Gleichgewichtszustand zwischen Atmosphäre und Meerwasser vorhandenen Menge der einzelnen Komponenten der Luft und der tatsächlich festgestellten Menge verstanden. Bei einem relativen Sauerstoff- oder Kohlensäuregehalt von 90 % ist also $^9/_{10}$ der im Gleichgewichtszustande vorhandenen Menge von Sauerstoff oder Kohlensäure als Gas gelöst.

Tabelle 2.

„Poseidon"-Station 13 (D. N. IV) 56° 40′ N-Br., 2° 14′ O-Lg. (westlich der Großen Fischerbank) 19. Juli 1921.					„Skagerrak"-Station 23 54° 49′ N-Br., 13° 45,5′ O-Lg. (nördlich von Rügen) 9. September 1921.				
Tiefe m	Wassertemperat. ° C	Salzgehalt ‰	Sauerstoff ccm/L	Sauerstoff relativer Gehalt	Tiefe m	Wassertemperat. ° C	Salzgehalt ‰	Sauerstoff ccm/L	Sauerstoff relativer Gehalt
0	14,60	34,25	5,77	100	0	15,13	8,51	6,78	101
5	14,53	34,25	5,87	101	10	15,10	8,59	6,89	103
10	13,78	34,60	6,05	103	20	14,69	8,59	6,71	100
20	12,17	34,99	6,46	107	30	14,18	9,40	6,30	93
30	11,56	34,99	6,13	100	35	13,64	10,66	5,62	83
40	10,96	35,01	6,08	98	40	12,54	16,24	4,00	59
50	6,71	35,07	5,34	79	45	13,08	17,32	2,83	43
60	6,70	35,03	5,36	79					
70	6,72	35,07	5,34	79					
78	6,74	35,08	4,66	69					

lichtdurchfluteten oberen Wasserschicht abspielt. Parallel mit der Anreicherung an Sauerstoff müßte eine Abnahme des Kohlensäuregehalts gehen. Dies nachzuweisen, gelang am 8./9. September 1921 auf einem hydrographischen Schnitt im Arkonabecken zwischen Ystad und Jasmund. An den Beobachtungstagen und auch an den vorhergehenden Tagen herrschte fast windstilles, sonniges Wetter. Die oberen Wasserschichten wurden also durch den Wind fast gar nicht vermischt, und außerdem gestattete die ruhige Lage des Schiffes die Erreichung der größtmöglichen Genauigkeit der Analysen. Das Ergebnis ist in Fig. 1 dargestellt. Wenn wir zunächst nur die

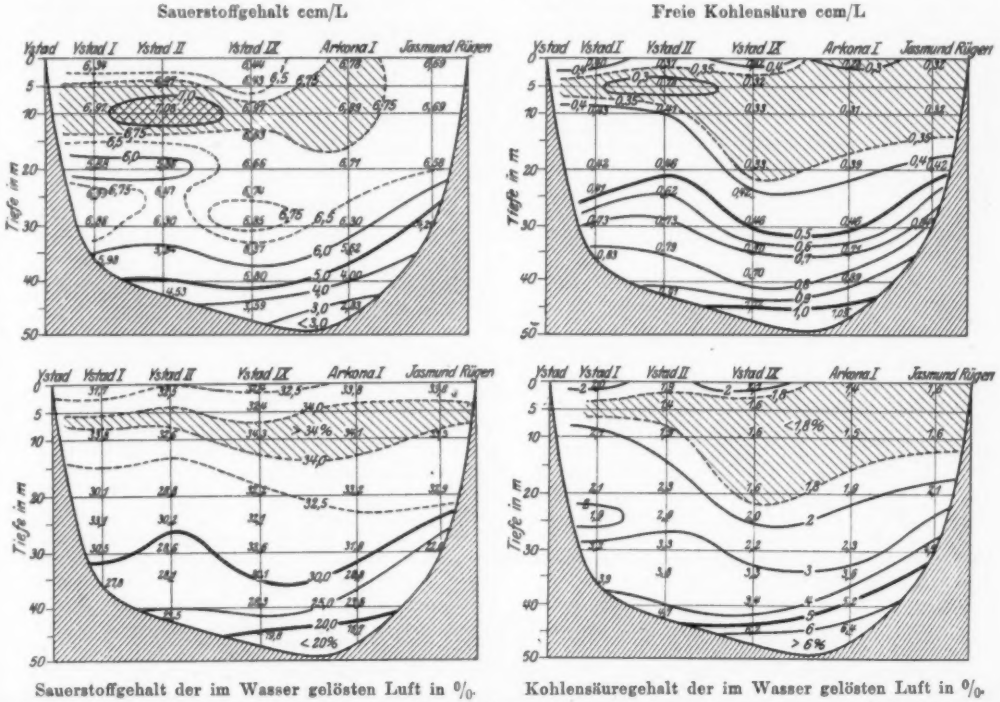

Fig. 1. Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt im Arkonabecken zwischen Ystad und Jasmund am 8.—9. September 1921.

Tiefen bis 30 m betrachten, so tritt das Maximum bzw. Minimum des absoluten Sauerstoff- und Kohlensäuregehaltes deutlich hervor. Nicht minder scharf hebt sich die Zone überwiegender Assimilation bei der Darstellung des Anteils von Sauerstoff und Kohlensäure an der gesamten im Wasser gelösten Luft ab.

3. Die Zone des überwiegenden Einflusses der Atmung auf die Zusammensetzung der Luft.

Unterhalb der betrachteten Zone ist ganz allgemein eine Abnahme des Sauerstoffs und Zunahme der Kohlensäure festzustellen, es tritt dort die Assimilation gegenüber der Atmung in mit der Tiefe wachsendem Maße zurück. Doch sind im einzelnen sehr starke jahreszeitliche und besonders regionale Schwankungen vorhanden.

a) in der Nordsee.

Die in der Tabelle 2 von einem Orte in Nähe der Großen Fischerbank gegebenen Werte zeigen die im Sommer in der Nordsee vorzufindenden Verhältnisse in bezug auf den Sauerstoff recht gut. Die obere bis etwa 40 m Tiefe reichende Schicht ist gut durchlüftet, es tritt außerdem die durch vorwiegende Assimilation bedingte Anreicherung mit Sauerstoff auf. In größerer Tiefe aber ist der relative Sauerstoffgehalt unter 80 %. Auch im Mittel sämtlicher auf der „Poseidon"-Fahrt 1921 in der Nordsee gewonnenen 21 Stationen trat zwischen der oberen und der unteren Wasserschicht ein deutlicher Gegensatz sowohl im Sauerstoff- wie im Kohlensäuregehalte hervor. strömungen erzeugt, die bis zum Boden hinab gut durchlüftetes Wasser bringen, das sich entweder mit dem dort vorhandenen vermischt oder es verdrängt. Daher kommt es, daß in den tieferen Wasserschichten der Nordsee der beste Durchlüftungszustand im Winter vorhanden ist. Es besteht dort also eine ausgeprägte jährliche Periode.

b) in der Ostsee.

Auch in den Übergangsgebieten zur Ostsee und in der Ostsee selbst gilt die Regel, daß unterhalb etwa 20 bis 30 m Tiefe, also der Zone überwiegender Assimilation, die Atmungsvorgänge die Zusammensetzung der im Wasser gelösten Luft in erster Linie beeinflussen, und zwar in mit der Tiefe steigendem Maße, daß also mit wachsender Tiefe der Sauerstoffgehalt abnimmt und der Gehalt an freier Kohlensäure wächst. Doch im Grade der Ausbildung dieser Erscheinung zeigt sich ein bemerkenswerter Gegensatz zwischen Nord- und Ostsee und außerdem auch zwischen den einzelnen Teilen der letzteren.

Nach dem Boden der Ostsee zu entfernt sich der Durchlüftungszustand des Wassers weit mehr vom Gleichgewicht mit der Atmosphäre, als es in der Nordsee der Fall ist. Der in seinem oberen Teil bereits betrachtete Schnitt durch das Arkonabecken vom 8./9. September 1921 (Figur 1) bietet ein Beispiel hierfür. Der Sauerstoff nahm damals bis zum Boden hin bis auf unter 3 ccm/L ab und die freie Kohlensäure auf über 1 ccm/L zu! Die Luft in den betrachteten Tiefen hatte also eine wesent-

Tabelle 3.

Mittelwerte des relativen und absoluten Sauerstoff- und Kohlensäuregehaltes im Juli 1921 in der Nordsee.
(„Poseidon"-Fahrt 1921.)

Tiefe m	0	5	10	20	30	50	Boden
relativer Sauerstoffgehalt %	101	103	102	105	103	93	89
relativer Kohlensäuregehalt %	113	127	123	120	123	127	147
Sauerstoffgehalt ccm/L	5,98	6,06	6,06	6,47	6,38	6,03	5,66
Kohlensäuregehalt ccm/L	0,32	0,36	0,34	0,35	0,36	0,42	0,48

In 50 m Tiefe und am Boden ist der Sauerstoffgehalt kleiner als im Gleichgewichtszustand mit der Atmosphäre und gleichzeitig ist eine Zunahme des Gehalts an Kohlensäure vorhanden, allerdings halten sich die Mittelwerte in engen Grenzen; bei den absoluten Werten ist dies in noch höherem Maße der Fall, weil die durch Atmung stark beeinflußten tieferen Schichten im Sommer wesentlich niedrigere Temperaturen haben als die der Oberfläche nahen, dort also das Absorptionsvermögen für Gase größer ist. Daher ist bei diesen Mittelwerten der absolute Sauerstoffgehalt z. B. in 50 m Tiefe sogar etwas größer als an der Oberfläche, der relative Gehalt jedoch entsprechend der niedrigen Temperatur kleiner.

Im Winter sind die Verhältnisse durchaus anders. Durch die starke von der Oberfläche aus einsetzende Abkühlung werden Konvektionslich andere Zusammensetzung als in der oberen Assimilationszone, der Sauerstoffgehalt nahm bis auf unter 20 % der Gesamtluft ab und die freie Kohlensäure bis auf über 6 % zu! Das sind extreme Werte, wie sie in der Nordsee bislang nicht beobachtet sind und auch kaum vorkommen dürften. Die Ursache des soeben angeführten Gegensatzes zwischen Nord- und Ostsee wie der Unterschiede in den hydrographischen Zuständen beider Meere überhaupt liegen letzten Endes in der verschiedenen Gestaltung der Umrandung und der Bodenform. Die Nordsee hat breite und tiefe Verbindungen mit dem Ozean und der Wasseraustausch ist so wenig behindert, daß trotz des erheblichen Süßwasserzuflusses der Salzgehalt des Nordseewassers vergleichsweise wenig, wenn auch in charakteristischer Weise erniedrigt wird. Ganz anders ist es in der Ostsee. Die Verbindungen

von der Ostsee zum Kattegat und damit zur Nordsee sind sehr schmal und außerdem nur wenig tief. Der Einfluß des Süßwassers ist deswegen ganz erheblich größer als in der Nordsee. Die Folge ist, daß das Wasser der oberen 30 bis 70 m mächtigen Oberschicht der Ostsee vom Arkonabecken an bis zu den Alandsinseln hin einen Salzgehalt von nur 9—6 ‰ hat, im Bottnischen und Finnischen Meerbusen tritt noch weitere Abnahme ein. Gelegentlich aber, besonders infolge starker Nordweststürme und auch infolge periodischer gezeitenähnlicher Bewegungen der Unterschicht gelangt salzhaltigeres Wasser aus dem Kattegat und den dänischen Gewässern, der Beltsee, über die trennenden Schwellen hinweg in das Arkonabecken hinein und bildet dort die stets vorhandene schwerere Unterschicht, in welcher der Salzgehalt gelegentlich bis auf 20 ‰ und mehr steigen kann. Die Unterschicht des Arkonabeckens ist aber durch zwischen Bornholm und der deutschen wie der schwedischen Küste gelegene Schwellen abgetrennt von der Bornholmmulde, so daß nur gelegentlich Wasser aus der schwereren Unterschicht des Arkonabeckens in die Bornholmmulde gelangt. Ob dies Wasser aus dem Arkonabecken nun auf den Boden der Bornholmmulde gelangt oder eine Zwischenschicht bildet, hängt ganz von Temperatur und Salzgehalt des in der Unterschicht der Bornholmmulde bereits vorhandenen und des neu hineingelangenden Wassers ab. — Das große Zentralbecken der Ostsee, die Gotlandmulde, ist von dem Bornholmbecken ebenfalls durch zwei zwischen der Mittelbank und der schwedischen sowie der deutschen Küste gelegene Schwellen getrennt. Diese sind so flach, daß auch zwischen den genannten beiden Teilen der Ostsee innerhalb der Unterschicht der Wasseraustausch nicht ständig, sondern nur gelegentlich über die Schwellen hinweg erfolgen kann; besonders ist dies bei der nördlich gelegenen flacheren Schwelle der Fall, über die hinweg nur ganz selten Wasser von der Unterschicht der Bornholmmulde in die Gotlandmulde gelangen dürfte. Der Finnische Meerbusen steht in ungehinderter Verbindung mit der Gotlandmulde und weist die gleichen hydrographischen Grundzüge auf.

Ganz anders sind die Verhältnisse im Alandsmeer und im Bottnischen Meerbusen. Sie sind von der Gotlandmulde durch mehrere kulissenartig hintereinander gelegene Schwellen abgetrennt, die aber nur so geringe Tiefe haben, daß das Wasser der gotländischen Unterschicht nicht über die Schwellen hinweggelangen kann. Das

Tabelle 4.

Gehalt an Sauerstoff und freier Kohlensäure an ausgewählten Stationen in den einzelnen Teilen der Ostsee.

Arkonabecken (55° 12,8′ N-Br., 13° 52,9′ O-Lg.)
14. Juli 1922.

Tiefe m	Temperatur ° C	Salzgehalt ‰	Sauerstoff absol. Gehalt ccm/L	Sauerstoff relat. Gehalt %	freie Kohlens. absol. Gehalt ccm/L	freie Kohlens. relat. Gehalt %
0	14,05	7,59	6,95	101	0,33	110
10	14,05	7,67	7,01	102	0,31	100
20	13,65	7,74	7,05	102	0,52	170
25	6,00	—	—	—	—	—
30	4.25	7,74	8,53	100	0,47	110
43 Boden	4,50	9,09	7,66	91	0,77	180

Gotlandmulde (57° 23,8′ N-Br., 19° 51,8′ O-Lg.)
31. Juli 1922.

Tiefe m	Temperatur ° C	Salzgehalt ‰	Sauerstoff absol. Gehalt ccm/L	Sauerstoff relat. Gehalt %	freie Kohlens. absol. Gehalt ccm/L	freie Kohlens. relat. Gehalt %
0	15.52	6,64	6,78	101	0,23	71
20	10,60	7,27	7,64	103	0,28	82
30	4,15	7,36	—	—	—	—
40	2,95	7,63	8,74	99	0,64	145
60	2,20	7,92	7,86	87	0,83	180
80	4,05	10,43	3,72	44	2,9	675
100	4.55	10,90	3,62	43	2,7	640
150	4.55	12.59	3,72	45	2,4	590
209	4,60	12,81	2,45	30	3,3	810

Bornholmbecken (55° 30′ N-Br., 15° 43′ O-Lg.)
15. Juli 1922.

Tiefe m	Temperatur ° C	Salzgehalt ‰	Sauerstoff absol. Gehalt ccm/L	Sauerstoff relat. Gehalt %	freie Kohlens. absol. Gehalt ccm/L	freie Kohlens. relat. Gehalt %
0	14,20	7,41	6,73	99	0,34	110
10	14,15	7,23	6,82	99	—	—
20	7,50	7,45	8,80	111	0,51	130
30	4,05	7,59	8,56	99	—	—
40	3,05	7,74	8,48	96	0,54	120
60	3,50	12,54	7,29	86	0,72	170
80	4,90	17,34	3,87	49	2,18	540
97 Boden	4,30	17,99	2,61	32	2,76	670

Ålandsmeer (59° 59′ N-Br., 19° 46′ O-Lg.)
4. Juni 1922.

Tiefe m	Temperatur ° C	Salzgehalt ‰	Sauerstoff absol. Gehalt ccm/L	Sauerstoff relat. Gehalt %	freie Kohlens. absol. Gehalt ccm/L	freie Kohlens. relat. Gehalt %
0	4,76	6,26	9,01	106	0,32	80
20	3,40	6,49	—	—	0,46	100
50	3,65	6,60	8,95	102	—	—
100	2,10	6,87	8,77	96	0,78	170
150	2,14	6,94	—	—	0,55	120
215	1,72	7,07	8,43	92	0.73	160

salzhaltigere, schwere Wasser der Unterschicht der Gotlandmulde, das letzten Endes der Unterschicht des Bornholm- und Arkonabeckens und damit dem Kattegat entstammt, kommt also in den Bottnischen Meerbusen und die Übergangsgebiete nicht hinein. Die vertikale Verteilung des Salzgehalts ist dort infolgedessen außerordentlich gleichmäßig. Die Salzgehaltswerte der fol-

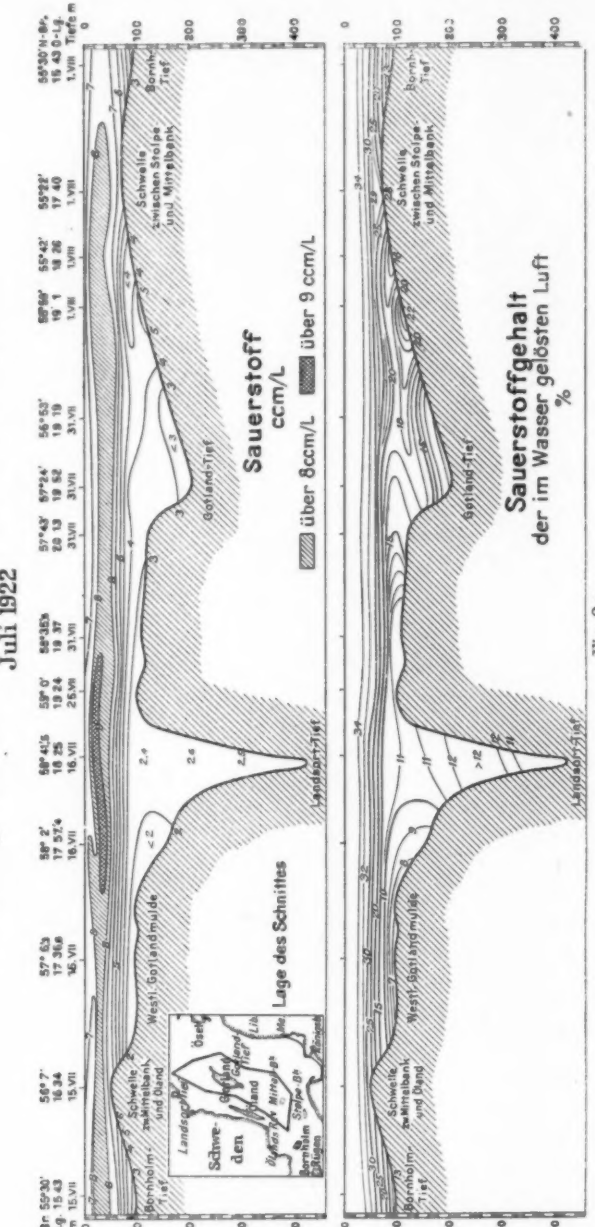

Fig. 2a.

genden Zusammenstellung von ausgewählten Beobachtungswerten aus den genannten einzelnen Teilen der Ostsee zeigen die vorhandenen Gegensätze.

Ein Vergleich der verschiedenen aus dem Arkonabecken gegebenen Werte (in Tabelle 2 und 4) zeigt außerdem, wie ungemein veränderlich die hydrographischen Verhältnisse dort sind. Im

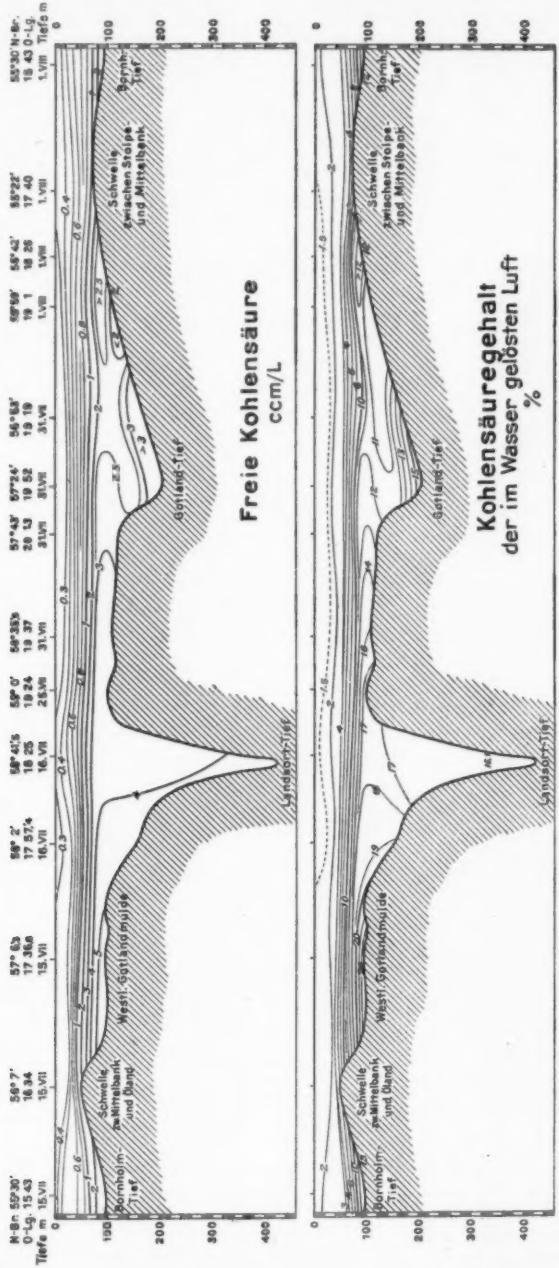

Fig. 2 b.

September 1921 wurde am Boden der Salzgehalt 17,32 ‰ festgestellt, im Juli 1922 nur 9,09 ‰!

Die Folge der eigenartigen Gestalt des Ostseebodens, nämlich der Zerteilung in mehrere Becken und der dadurch bedingten Abtrennung der Unterschichten der einzelnen Teile der Ostsee voneinander, ist das Vorhandensein eines von dem in der Nordsee festgestellten ganz abweichenden Durchlüftungszustandes. Innerhalb der 30—70 m mächtigen Oberschicht allerdings wird durch die im Herbst und Winter infolge der Abkühlung des Oberflächenwassers vorhandenen Konvektionsströme gut durchlüftetes Wasser von der Oberfläche in die Tiefe gebracht. Die Zunahme der Dichte des Wassers der Oberschicht ist aber nicht ausreichend, um auch das Wasser der Unterschicht mit in den Kreis der Konvektionsströme hineinzuziehen. In diese gelangt also nur über die in Richtung nach der Nordsee hin gelegenen Schwellen neues Wasser. Da die Unterschicht

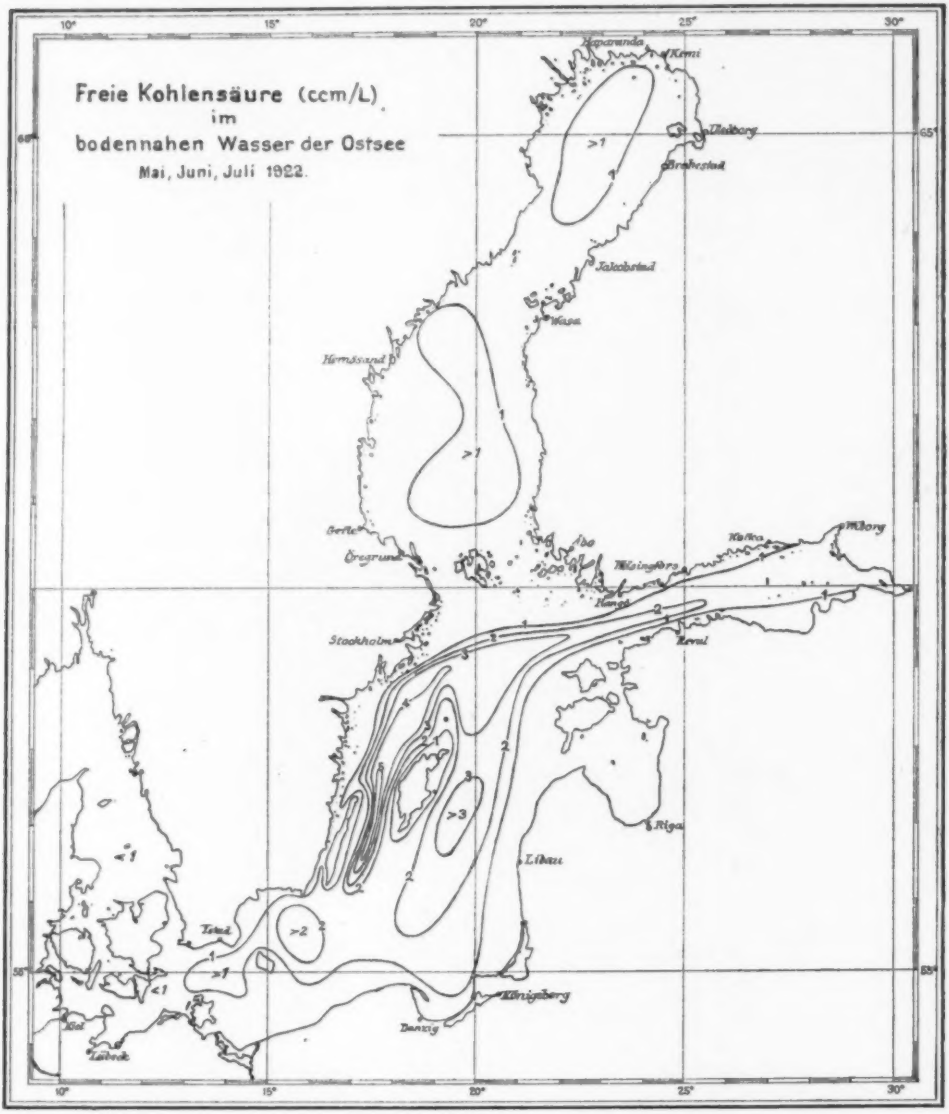

Fig. 3.

Die Naturwissenschaften behandeln die Philosophie nur soweit sie eine Anwendung naturwissenschaftlicher Entdeckungen oder soweit sie eine Verschärfung oder eine Erweiterung naturwissenschaftlicher Grundbegriffe darstellt.

aber, je weiter im Innern der Ostsee sie sich befindet, um so längere Zeit dem Einfluß der Lebensvorgänge der Organismen ausgesetzt ist, so entfernt sich der Durchlüftungszustand in dieser Richtung immer mehr von dem Gleichgewichtszustand mit der Atmosphäre. Dies zeigen auch die in Tabelle 4 angegebenen Werte des Sauerstoff- und Kohlensäuregehalts. Besonders überzeugend tritt dies außerdem bei den 1922 gewonnenen Werten aus der Gotlandmulde hervor. Da in dieser die Unterschicht fast ausschließlich über die südliche, zwischen der Mittel- und Stolpebank gelegene Schwelle hinweg Wasserzufuhr erhält, so verschlechtert sich die Durchlüftung der Unterschicht langsam immer mehr auf dem Wege von dieser südlichen Schwelle aus rund um Gotland bis zur Schwelle zwischen Öland und der Mittelbank. Anschaulich tritt dies auf der in Fig. 2[1]) angegebenen Verteilung des Sauerstoffs und der freien Kohlensäure hervor, die Lage des Schnittes ergibt sich aus dem kleinen Nebenkärtchen. Westlich von Gotland wurde im Juli 1922 die größte Abweichung vom Gleichgewicht mit der Atmosphäre festgestellt. Dort nahm am Boden der Sauerstoffgehalt bis unter 2 ccm/L ab (vgl. auch Fig. 3). Die dort im Wasser gelöste Luft enthielt also weniger als 7 % Sauerstoff und mehr als 24 % freie Kohlensäure!

Wenn das Meer über den Schwellen zwischen der Gotlandmulde und dem Bottnischen Meerbusen hinreichend tief wäre, daß noch Wasser aus der Unterschicht der Gotlandmulde in die nördlich gelegenen Meere hineinkommen könnte, dann wäre in der Unterschicht des Bottnischen Meerbusens noch ein weit schlechterer Durchlüftungszustand zu erwarten als er in der Gotlandmulde festgestellt ist. Einen Anhaltspunkt dafür geben die in der Bogskärtiefe festgestellten Zustände. Das Bogskärtief ($\varphi = 59°\ 30.'5$ N-Br., $\lambda = 20°\ 24'$ O-Lg) liegt südöstlich von der Insel Bogskär und senkt sich bis 182 m Tiefe in die rings etwa 80 m tiefe Umgebung, es ist also durch eine nur 80 m tiefe Schwelle von der großen Senke der Gotlandmulde getrennt und demnach mit der gotländischen Unterschicht in Verbindung. Wenn nun in Höhe der 80 m-Schwelle schwereres Wasser vorhanden ist als am Boden der Bogskärtiefe lagert, so wird dieses hinabsinken und das Bodenwasser des Tiefs erneuern, dies wird aber nur bei besonders günstigen Umständen der Fall sein. Der Durchlüftungszustand des Wassers am Boden der Bogskärtiefe ist deswegen meist sehr schlecht, der Sauerstoffgehalt sinkt zeitweise bis auf 0 ccm/L hinab, und es ist sogar Schwefelwasserstoffgeruch festgestellt worden.

Die geringen Salzgehalts- und Dichteunterschiede, die infolge der eigenartigen Bodengestaltung im Alandsmeer und im Bottnischen Meerbusen in vertikaler Richtung bestehen, bringen es mit sich, daß die herbst- und winterlichen Konvektionsströme sich bis zum Boden dieser Meeresgebiete ausdehnen und dorthin gut durchlüftetes Wasser bringen (vergl. Tabelle 4).

Die Gegensätze im Durchlüftungszustande der tieferen Wasserschichten der einzelnen Teile der Ostsee treten am meisten bei Betrachtung der Werte des Bodenwassers hervor. Fig. 3 zeigt den Gehalt des bodennahen Wassers an freier Kohlensäure in ccm/L. Die Darstellung bestätigt das oben Ausgeführte. (Schluß folgt.)

[1]) Das Klischee entstammt dem Aufsatze von *G. Schott*: Über die natürlichen Eigenschaften des Meerwassers in abgeschlossenen Becken, besonders von Niederländisch-Ostindien. Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijskundig Genootschap 1923 S. 482—497 und wurde vom Verfasser und Verlag freundlichst zur Verfügung gestellt.

Zur Kenntnis der Ökologie einiger Saprobien bei Helgoland.

Von Margarete Zuelzer, Berlin-Dahlem.

Natürliche Verunreinigung und biologische Selbstreinigung sind oft die wichtigsten Faktoren, welche in den freien Gewässern das Verhältnis der Organismen zueinander regulieren. Für das Meer ist der Anteil der Organismen bei diesen Vorgängen weit weniger erforscht als für das süße Wasser. Dem Meerwasser ist eine für den jeweiligen Salzgehalt spezifische Fauna und Flora angepaßt, welche noch dazu nach Strömung, Temperatur, Windrichtung und -stärke und ganz besonders nach der Wasserstoffionenkonzentration wechselt. Einer biologischen Analyse, wie eine solche für das süße Wasser in so exakter Weise ausgearbeitet ist, stehen dadurch an vielen Stellen im Meer große Schwierigkeiten entgegen. Daher liegen bisher nur verhältnismäßig wenige Beiträge für eine biologische Analyse des Meerwassers vor. Die ausgedehntesten, welche wir *Wilhelmi* verdanken, und welche meist für makroskopische Metazoen ausgearbeitet wurden, zeigen, daß im Meere eine weit geringere Artenwie Individuenanzahl typischer Poly- und Mesosaprobien vorhanden ist als im Süßwasser. Erschwerend für eine solche Analyse ist ferner der Umstand, daß es hier mehr fakultative Saprobien zu geben scheint als im Süßwasser.

Das Plankton des Meeres ist in Küstennähe für eine biologische Analyse deshalb nicht verwendbar, weil es, besonders in der Helgoländer Gegend, durch Gezeiten und lang anhaltende Winde ständig starkem Wechsel unterliegt. Daß aber das marine Plankton an der biologischen Selbstreinigung teil hat, ist leicht daran zu erkennen, daß die Zahl der Planktonten im freien Meer im allgemeinen eine geringere ist, als in der Nähe der organisch verunreinigten und daher nährstoffreicheren Küsten.

Häufig führen Strömungen dem Strande

zahlreiche organische Stoffe in Form von treibenden Tieren und Pflanzen und natürlichem Detritus zu; viele der Küste zugespülte kleinere und größere Organismen gehen am Strande oder in der Brandung zugrunde. Daher findet normalerweise längs der Küsten eine natürliche Selbstverunreinigung durch zersetzungsfähige Stoffe statt. Diese Verunreinigung kann, soweit sie nicht sofort durch mechanische Verdünnung beseitigt wird, befruchtend auf Küstenfauna und -flora einwirken und ist eine der Ursachen, daß sich besonders an felsigen Küsten ein so reiches Leben entwickelt. Diese in der Küstenregion reichlich vorkommenden Organismen stellen Selbstreinigungsfaktoren der normalen biologischen Küstenverunreinigung dar. Daher ist im vielgestaltigen Leben der Küstenregion der Stoffwechsel des Meeres intensiver als im offenen Meere.

Die reiche, meist dem reineren oder nur leicht verunreinigten Wasser angehörige Küstenfauna und -flora kann durch Einleitung von Abwässern vom Lande her oder durch andere Verunreinigungen (durch Schiffe, Fischerei usw.) mehr oder weniger verändert resp. verstärkt werden. Bezüglich einer eintretenden Selbstreinigung gestaltet sich oftmals die Einleitung von Abwässern ins Meer ungünstiger als die Zuführung von Abwässern in das Süßwasser, weil im Meerwasser eine sehr schnelle Sedimentation stattfindet, welche für das Gedeihen von Organismen und daher für die Reinigung nachteilig ist. Sie führt leicht zu Verschlammungen. Diese Schlammablagerungen an den Küsten gehen meist schnell in Fäulnis über und riechen übel.

Das Meerwasser stellt also in bezug auf biologische Selbstreinigung im allgemeinen einen ungünstigen Vorfluter dar. Wo die Verhältnisse es gestatten, werden daher mit gutem Erfolg die Abwässer in einen eingeschalteten Süßwasservorfluter einzuleiten sein. Da im freien Meere mit seinen ungeheuren Wassermassen auch größere Abwassermengen schnell verdünnt werden und spurlos verschwinden, ist es, um Küstenfauna und -flora von Abwässerschäden möglichst unbeeinflußt zu lassen, das Bequemste und daher Erstrebenswerteste, die Abwässer möglichst direkt der freien See zuzuführen. Vorbedingungen hierfür sind eine steil abfallende strandlose Küste und diesem Verfahren günstige Ebbe- und Flutverhältnisse.

Helgoland bietet nun Beispiele für die erwähnten Vorgänge. Im Südosten, im sogenannten Scheibenhafen, ist das typische Bild einer organisch durch mit der Strömung hineingeführte losgerissene Tangmassen sowie durch Abfälle — meist durch Schiffe und besonders Fischerei — stark verunreinigten und verschlammten seichten Meeresbucht; an der Westküste mit ihrem flachen, breiten Strand das der normalen aber starken biologischen Küstenverunreinigung und biologischen Selbstreinigung. Im Osten bis Nordosten der Insel schließlich fällt das Ufer steil und strandlos ca. 10 m hoch ins Meer ab und bietet den Helgoländern einen überaus bequemen und billigen Weg, sich ihrer Abfälle zu entledigen. Dort werden denn auch die häuslichen Abwässer direkt ins Meer gelassen und die festen Abfallstoffe von der sog. Schmutzbrücke ins Meer geschüttet.

An den Auslässen vom Oberland her ist ein reichliches Wachstum von *Ulothrix* und *Enteromorpha compressa* zu bemerken. Untersuchungen des Meeresbodens am Sil, bei Ebbe ausgeführt, zeigten, daß es hier überhaupt nicht zu nennenswerten Schlammablagerungen kommt; der steinige Meeresboden ist hier ganz organismenarm, es konnten mikroskopisch nur gelegentlich einige Bakterien nachgewiesen werden. Strömung, Ebbe und Flut sind viel zu stark, als daß ein Gedeihen von Organismen unter dem düngenden Einfluß der Abwässer stattfinden könnte. Ihre festen Bestandteile werden hier vielmehr mechanisch vollständig zerrieben, schnell mechanisch verdünnt und von der Strömung fortgeführt.

Im Südosten der Insel, in der stillen flachen Bucht, Scheibenhafen genannt, überschreitet die organische Verunreinigung die natürliche Selbstreinigungskraft und stellt den namhaftesten Verschmutzungsherd der Küste Helgolands dar.

Der Scheibenhafen ist etwa 2,5—4,5 m tief und wird bei Ebbe zeitweise etwa zur Hälfte trocken gelegt, wobei Ebbe- und Flutströmung *vor* der Bucht vorübergehen. Der Boden des Scheibenhafens ist von einem dicken schwarzen Faulschlamm bedeckt, welcher sehr stark nach Schwefelwasserstoff riecht. Durch Strömungen werden zeitweilig nicht nur Tangmengen, sondern auch große Sand- und Geröllmassen in den Scheibenhafen gebracht, so daß er mit der Zeit versanden würde, wenn nicht künstliche Baggerungen ihn immer wieder vertieften. Wenn dieser menschliche Eingriff nicht stattfände, würde von der Natur dieser stinkende Herd beseitigt werden, — auch ohne biologische Selbstreinigung einfach durch die Stromverhältnisse.

In solchen stillen Buchten mit geringer Tiefe und starker Detritusablagerung kommt normalerweise eine typische Schlammfauna zur Entwicklung. Hier im Scheibenhafen ist das Leben jedoch nur spärlich und eintönig, offenbar infolge der großen Verschmutzung. In diesem Schlamme leben massenhaft nur *Spio fuliginosus*, viele *Nematoden* und reichlich *Idothea*. Während die Assel *Idothea* auch in reinerem Wasser häufig gefunden wird, also als fakultativer Mesosaprobier zu bezeichnen ist, ist der Annelid *Spio fuliginosus* stets fäulnisliebend; *Spio* lebt im Meer etwa in der Zone, in der im süßen Wasser *Tubifex* und *Chironomus*larven zu finden sind, und spielt im Meer als typischer α-meso-Saprobier eine ähnliche Rolle und hat eine ähnliche Bedeutung für die biologische Selbstreini-

gung wie diese Organismen. Während es im süßen Wasser in dieser Zone jedoch von Mikroorganismen, von Entfäulern, meist wimmelt, ist der Schlamm hier ziemlich unbelebt. Nur Bakterien, namentlich Spirillen und Diplococcen, sind vorhanden. Bei Flundern *(Pleuronectes flesus)*, welche hier gelegentlich gefangen wurden, waren ebenfalls nur *Spio* und *Idothea*, und zwar sehr reichlich in Magen und Darm nachzuweisen.

Vom Lande in die Bucht bis zur Nordostmole ist eine Mauer ins Wasser gebaut; rings davor ist mit dem Felsbagger 3,5—6,5 m tief ausgebaggert, so daß hier ein künstliches Steilufer geschaffen ist; diese stillen und verhältnismäßig tiefen Stellen der Bucht werden auch bei Ebbe nicht trocken gelegt. Hier finden sich viele *Naviculaceen*. An der Oberfläche des Schlammes sind ganz ähnlich wie in organisch verunreinigtem süßen Wasser *Beggiatoa mirabilis, alba* und *minima* teils vereinzelt, teils in dichten Geflechten zu finden. Dazwischen wimmelt es von Schwefelbakterien, besonders von Spirillen. Gelegentlich leben ferner hier einige Amöben, *Monaden* und *Oxyrrhis, Eutreptia, Anisonema, Bodonen*; von Infusorien vereinzelt *Stylonychia, Loxodes*.

Flagellaten und Infusorien treten jedoch nur stellenweise und meist vereinzelt auf. Reichlich dagegen ist *Beggiatoa*, häufig auch *Thiotrix* zu finden, beides Indikatoren für Schwefelwasserstoff. Zwischen diesen *Beggiatoen* wurden nun, ebenso wie in süßem Wasser, reichlich *Spirochaeten* angetroffen, und zwar: *Spirochaeta plicatilis, recurrensartige Spirochaeten*, sowie zeitweise sehr reichlich *Spir. icterogenes*. Tierversuche zur Pathogenitätsprüfung zu machen, war aus Tiermangel nicht ausführbar. Jedoch ist *Spir. icterogenes* in ihrer Form und Bewegung so charakteristisch, daß auf Grund der morphologischen Übereinstimmung kaum zu zweifeln ist, daß es sich um echte *Spir. icterogenes* handelt. Ferner ist dort eine *Spirochaete* nicht selten, welche, nur im Dunkelfelde wahrnehmbar, in Windungsart und Dicke zwischen *Spirochaeta pallida* und *Spir. icterogenes* steht. Die Enden sind wie bei *Spir. pallida nicht* umgebogen. Sie erinnert stark an *Spir. denticola* resp. an eine letzterer ähnliche Form, welche saprophytisch in normalen weiblichen Genitalien lebt und welche sich unter Umständen auch an der Bildung entzündlicher Prozesse beteiligt, wobei sie in das Gewebe einwandern zu können scheint. Es liegt hier ein neuer Beitrag zur Ubiquität der saprophytischen Spirochaeten vor. Wenn auch auf Grund morphologischer Übereinstimmung allein eine Identifizierung der marinen Spirochaeten nicht möglich ist, so scheint doch die morphologische Identität immerhin beachtenswert und nicht nur zufällig zu sein. Beide Spirochaeten werden kultiviert und sollen Material für weitere Untersuchungen liefern.

Beggiatoa lebt zwar nicht streng anaërob, aber in sauerstoff*armem* Wasser. Nur an solchen Stellen, an denen infolge ihres Schwefelwasserstoffgehaltes anaërobe oder fast anaërobe Organismen gedeihen, siedeln sich im Meer wie im süßen Wasser Spirochaeten an. Es verdient dies hervorgehoben zu werden, weil in der freien Natur nur an solchen sauerstoffarmen Orten Spirochaeten anzutreffen sind, während in Kulturen die Wasser-Spirochaeten anaërob überhaupt nicht wachsen, sondern nur aërob; in Kulturröhrchen mit flüssigen oder halbstarren Medien wachsen sie sogar direkt unter der Oberfläche am üppigsten, sind demnach sogar sauerstoffbedürftig. Warum bevorzugen nun die Spirochaeten in der freien Natur den Sauerstoffabschluß, der ihnen nach den Kulturerfahrungen keineswegs die optimalen Lebensbedingungen bietet? Daß es nicht der Schwefelwasserstoff ist, der sie anlockt, beweisen ebenfalls die Kulturerfahrungen. Werden sie an anderen Orten von dort üppiger wuchernden Organismen verdrängt? Eine Erklärung hierfür ist zunächst nicht zu geben; rein empirisch muß gesagt werden, daß die in Kulturen aërob wachsenden Spirochaeten in der freien Natur nur an sauerstoffarmen oder fast sauerstoffreien Orten zu finden sind.

Bemerkt soll hier ferner werden, daß in dieser Region im Plankton gelegentlich einzelne Fäden von *Chlamydothrix longissima* gefunden wurden, welche wohl vom Ufer oder Mauerbesatz losgerissen sein dürften. *Chlamydothrix longissima* ist mesosaprob und dürfte für das Meer eine ähnliche Bedeutung haben wie *Sphaerotilus* im süßen Wasser.

Die Ablagerung des fäulnisfähigen schwarzen Schlammes und mit ihm das an die Verschmutzungszone gebundene Vorkommen von *Spio fuliginosus* ist lokal begrenzt und auf die verunreinigte Bucht des Scheibenhafens beschränkt. Direkt außerhalb vor der Bucht arbeitet die ableitende und vermischende Tätigkeit des Ebbe- und Flutstromes. Der Meeresgrund, auf welchem anstehendes Gestein angetroffen wird, ist hier frei von Schlamm. Er ist voller Geröll, teilweise sandig und — wie im freien Meer — sehr organismenarm. Direkt vor dem Scheibenhafen sind sogar Hummerkästen verankert, und Hummern brauchen bekanntlich sauerstoffreiches sauberes Wasser; Schädigungen von dem weithin übelriechenden Scheibenhafen machen sich hier nicht mehr bemerkbar.

Ganz anders liegen die Verhältnisse an der Westküste. Dort befindet sich die sogenannte Preußenmauer, eine Mauer zum Schutze der Insel gegen die starke Brandung. Der Meeresboden ist hier ganz flach und wird große Strecken weit bei Ebbe trocken gelegt, wobei Tümpel und Lachen stehen bleiben. Hier wachsen viele Algen; noch mehr, besonders Laminarien, werden von der starken Strömung angespült und gehen bald in Fäulnis über — ein typisches Beispiel starker biologischer Selbstverunreinigung einer Küste. Oft

riecht es stark nach Schwefelwasserstoff. Diese Schwefelwasserstoffbildung beruht nicht rein auf der Fäulnis der Algen, sondern auf Reduktion von Sulfaten bei Anwesenheit von organischen Substanzen, ein Vorgang, wie ihn *Kolkwitz* auch aus dem Artener Solgraben beschreibt. Trotzdem ist in diesen Tümpeln ein sehr reges Leben. Es finden sich hier: *Beggiatoa mirabilis, alba, minima* in einzelnen Fäden, nicht in Geflechten, sowie *Thiospirillum* und andere Schwefelbakterien, viele *Spirillen*, schmale Pilzhyphen (Schimmelpilzfäden), *Tetraspora, Merismopedia, Ophidomonas*, viele *Navicula, Pleurosigma*, verschiedene *Oscillatorien, Spirulina*. Sehr häufig ist eine *Euglena*, welche wasserblütebildend auftritt, sowie viele Monasarten. Die vielen Infusorien sind meist Fresser, wie: *Dileptus, Lionotus, Blepharisma, Lozodes, Coleosoma, Stentor, Euplotes, Stylonychia*.

Es schien erwartet werden zu können, daß in dieser Biocönose auch Spirochaeten anzutreffen wären. Dies ist jedoch nicht der Fall. Offenbar ist durch den hier ständigen Wechsel von Ebbe und Flut — die Tümpel werden durch die Flut häufig überschwemmt und dadurch durchlüftet — der Sauerstoffgehalt der bei Ebbe oft ganz flachen Tümpel ein so großer, daß die Spirochaeten trotz der H_2S-Anwesenheit nicht die für ihr Leben günstigen Lebensbedingungen finden, andere Organismen, wie Infusorien und Flagellaten, dagegen dadurch hier so üppig gedeihen können und sowohl belüftend als auch durch ihre fressende Tätigkeit die biologische Selbstreinigung fördern.

Auch ist hier ziemlich regelmäßig die systematisch so interessante *Saprospira grandis* und *nana* zu finden. *Saprospira* lebt an der Oberfläche des reichlich vorhandenen schwarzen, nach Schwefelwasserstoff riechenden Schlammes. In Kulturgläsern siedelt sie sich sowohl auf der Schlammoberfläche als auch in der Schwimmschicht an. *Saprospira* dürfte mit *Spirulina albida Kolkwitz*, einem α-mesosaproben Organismus des süßen Wassers, identisch sein oder diesem sehr nahe stehen. *Groß*, der *Saprospira* zuerst und bisher als einziger beschrieben hat, fand sie bei Neapel in offenbar sauberem Foraminiferensand nur selten und spärlich. Dies hat wohl seine Ursache darin, daß *Saprospira* ein typischer mesosaprober mariner Organismus ist, der sich, wenigstens bei Helgoland, reichlich und ziemlich regelmäßig überall dort befindet, wo im Meere nicht zu starke organische Verunreinigungen vorhanden sind.

Vorliegende Studie war zunächst als Versuch einer Analyse mariner biologischer Selbstreinigung gedacht, wie sie an der Küste von Helgoland gut auszuführen ist. Hier ist im Westen Gelegenheit zum Studium der natürlichen biologischen Selbstverunreinigung und Selbstreinigung; im Scheibenhafen übersteigt die organische Verunreinigung die biologische Selbstreinigungskraft des Wassers und im Osten bis Nordosten werden durch Ebbe und Flutstrom alle organischen Verunreinigungen mechanisch so gründlich beseitigt, daß es überhaupt nicht zur Ausbildung von Saprobien kommt. Mich interessierten ganz besonders die marinen organismenreichen Schwefelwasserstoff - Biocönosen. Das Vorkommen der freilebenden Spirochaeten, das auf die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff beschränkt ist, dürfte von allgemeinerem biologischen Interesse sein, da festgestellt werden konnte, daß die freilebenden Spirochaeten ebenso wie im süßen Wasser auf solche Plätze beschränkt sind. Im Meere finden sich ebenso wie im süßen Wasser die bisher als pathogene Typen bekannten Spirochaeten vom Pallida-Recurrens- und Icterogenes-Typ.

Da feststeht, daß die Verschmutzung der Küsten hygienische Gefahren bietet, da pathogene Bakterien, z. B. Cholera und Typhus, lange Zeit im Meerwasser leben und ihre Virulenz behalten können, erscheint es von Wichtigkeit, festzustellen, ob auch andere im verunreinigten Meerwasser lebende Organismengruppen, wie die *Spirochaeten*, hier pathogene Eigenschaften haben können. Entsprechende Untersuchungen mit den von mir dort festgestellten Spirochaeten sind aufgenommen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Herren, welche mit der Leitung der preußischen biologischen Anstalt auf *Helgoland* betraut sind, für das freundliche Interesse und die wertvolle Beratung, durch welches sie mir die Ausführung meiner Arbeiten ermöglichten, auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Zum Nachweis des Farbenunterscheidungsvermögens der Bienen.

Der Nachweis, daß ein Organismus „Farbensinn" besitzt, d. h. verschiedene Wellenlängen *qualitativ* unterscheidet, ist erst dann erbracht, wenn bewiesen ist, daß der Wirkung einer bestimmten Wellenlänge keine Intensität des unzerlegten Lichtes gleichkommt.

R. Pohl und ich haben (Jg. 1921 dieser Zeitschr., Heft 37) durch Dressurversuche gezeigt, daß die Bienen im Quecksilberspektrum die Linien 578 μμ (gelb), 492 μμ (blaugrün), 436 μμ (blau) und 365 μμ (ultraviolett) voneinander unterscheiden. 546 μμ (grün) wurde nach Dressur auf 578 μμ, 404 μμ (violett) nach Dressur auf 436 μμ ebenfalls angeflogen. Variieren der Helligkeit der Spektrallinien innerhalb weiter Grenzen veranlaßt die Bienen nicht, andere Linien zu befliegen. Wir fanden auch keine Helligkeit des unzerlegten Lichts, die mit dem Licht einer Spekratllinie oder eines schmalen Spektralausschnitts, auf das dressiert worden war, verwechselt wurde:

Bietet man anstatt oder neben einem Streifen spektralen Dressurlichts einen Streifen unzerlegten

Lichts, so beachten die Bienen diesen nicht, auch wenn seine Helligkeit innerhalb weiter Grenzen verändert wird. Fig. 1 zeigt die photographische Aufnahme eines solchen Versuchs: ein blaugrüner Streifen (Spektralausschnitt 480—500 μμ) ist mit einem weißen gekreuzt entworfen; die auf jenes Spektralgebiet dressierten Bienen sammeln sich nur auf dem blaugrünen Streifen an. Immerhin können wir bei dieser Versuchsanordnung nicht angeben, ob und wann wir den Bienen ein weißes Vergleichslicht von genau derselben Helligkeitswirkung geboten haben; und ein Skeptiker könnte hieran Anstoß nehmen.

Fig. 1.

Ich habe nun aber eine Versuchsanordnung gefunden, die den *Einwand vollkommen ausschließt*, es könnte die Unterscheidung der Spektralabschnitte voneinander u. U. von unzerlegtem Licht doch in einer verschiedenen Helligkeitswirkung der verschiedenen Wellenlängen ihren Grund haben, die Bienen könnten also doch total oder partiell „farbenblind" und lediglich auf bestimmte Helligkeitsstufen dressiert sein.

Ich *dressierte Bienen auf unzerlegtes Licht*, indem ich sie auf einem weißen Lichtstreifen, wie damals

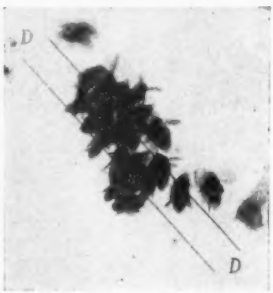

Fig. 3.

mit Zuckerwasser in einem langgestreckten Porzellan-Schälchen, fütterte. Wird dann den Bienen zwischen den Linien eines Quecksilberspektrums oder zwischen Ausschnitten aus einem kontinuierlichen Spektrum (Fig. 2) ein Streifen unzerlegten Lichts ohne Futter geboten, so sammeln sich die Bienen auf ihm und lassen die bunten Streifen unbeachtet. Wenn man die Intensität des weißen Dressurlichts herabsetzt, so wird der weiße Streifen doch noch angeflogen, bis bei stark verringerter Helligkeit der Besuch schwächer wird und schließlich ganz aufhört. Aber auch dann, wenn der weiße Streifen nicht mehr besucht wird, bleiben die Spektralstreifen ohne Wirkung.

Der *entscheidende Versuch* ist nun folgender: Die Bienen werden *auf die niedrigste Intensität des unzerlegten Lichts dressiert*, auf die sie sich eben noch dressieren lassen. Bei noch geringerer Helligkeit des „weißen" Lichtstreifens fliegen sie ihn nicht mehr an; sie finden das Futterschälchen auf ihm dann nur zufällig bei planlosem Umhersuchen auf dem Versuchstisch und laufen über den Lichtstreifen ohne Futter achtlos weg. Fig. 3 zeigt, wie sich die Bienen nach

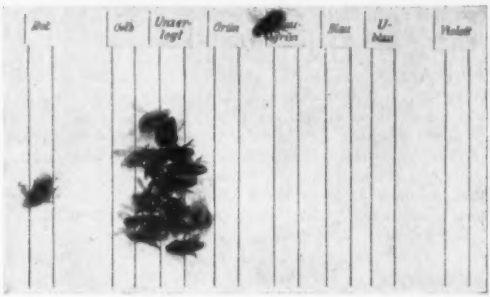

Fig. 2.

Dressur auf „minimale Intensität" des unzerlegten Lichts auf einem Streifen von der Dressurhelligkeit (*D*) ohne Futter sammeln. Nun wird den auf Weiß von minimaler Intensität dressierten Bienen gekreuzt mit einem Streifen von der Dressurhelligkeit (Fig. 4 *D*) ein weißer Streifen von größerer Helligkeit (*H*) vorgelegt, und zwar das Spaltbild des Spektralapparats mit der höchsten Intensität der Lampe, mit welcher sonst das Spektrum entworfen wurde: *Die Bienen ziehen den helleren Streifen des*

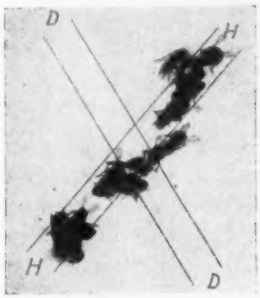

Fig. 4.

unzerlegten Lichts bei weitem der Dressurhelligkeit vor.

Die Helligkeitswirkung der Spektralstreifen muß nun aber zwischen der maximalen Helligkeit des Spaltbildes und der minimalen Helligkeit liegen, auf die eine Dressur eben noch möglich ist: Die Helligkeit jedes Spektralstreifens ist sicher kleiner als die des Lichtstreifens, durch dessen Zerlegung das ganze Spektrum gewonnen wurde. Die Helligkeitswirkung der Spektralstreifen von Gelb 600 μμ bis Ultraviolett 365 μμ ist

auch sicher größer als die des unzerlegten Dressurlichts minimaler Intensität; denn nach Dressur auf Spektralausschnitte von 600 μμ bis 365 μμ ließ sich die Helligkeit des Dressurlichtes noch um einen gewissen Betrag verringern und die Dressurwellenlänge wurde doch noch angeflogen. Trotzdem die Helligkeiten aller Spektralausschnitte zwischen der minimalen und maximalen Weißhelligkeit liegen, fliegen die auf minimale Weißhelligkeit dressierten Bienen zwar hellere Streifen unzerlegten Lichts bis zur maximalen Helligkeit an, und zwar stärker als die geringe Dressurhelligkeit, aber keinen der Spektralausschnitte. Hierdurch ist bewiesen, daß die *Wellenlängen zwischen 600 μμ und 365 μμ qualitativ anders als unzerlegtes Licht auf das Auge der Bienen wirken.*

Auf eine bestimmte Helligkeit sind die Bienen in diesen Versuchen nicht dressiert und auch nicht dressierbar. Innerhalb derselben Reizqualität wird stets die größte Helligkeit am stärksten beflogen. Das gilt nicht nur für das unzerlegte Licht, sondern auch für die Spektralfarben: Füttert man z. B. auf Gelb von der geringsten noch wirksamen Intensität, und bietet darnach mehrere Gelbstreifen von verschiedener Helligkeit, so erhält der hellste den stärksten Besuch.

Durch diese Versuchsergebnisse wird der Farbensinn der Bienen gegen jeden Einwand sichergestellt.

Göttingen, den 15. Dezember 1923.

Alfred Kühn.

Über Polarisationserscheinungen von Kanalstrahlenlicht im Magnetfelde.

Wie ich in einer früheren Mitteilung an Die Naturwissenschaften[1]) nachweisen konnte, zeigt das Licht von Wasserstoffkanalstrahlen, deren Bewegungsrichtung in Richtung eines schwachen magnetischen Feldes fällt, eine schwache Polarisation (gemessen an der Linie H_β) derartig, daß der elektrische Vektor senkrecht zum Felde verstärkt erscheint. Ich habe inzwischen die Untersuchung fortgesetzt und dieses Resultat bestätigen können. Die Versuchsbedingungen wurden nun weiter dahin abgeändert, daß auch die Polarisation des Lichtes der Linie H_β eines Wasserstoffkanalstrahles untersucht wurde, dessen Bewegungsrichtung senkrecht zu einem schwachen magnetischen Felde verlief[2]). Wurde nun der mit Polarisationsmeßvorrichtung versehene Spektralapparat senkrecht zum Magnetfeld H und zur Strahlrichtung v orientiert, so ergab sich das auffällige Resultat, daß der elektrische Vektor E in einer Richtung von ungefähr + 30° zur Richtung des Magnetfeldes eine kleine Verstärkung zeigte, falls das Magnetfeld in Richtung der Fig. 1 verlief, und in einer Richtung von ca. — 30° verstärkt erschien, wenn das Magnetfeld nach Fig. 2 orientiert wurde. Das Erdfeld wurde mit Hilfe einer Stromspule vor dem Versuch kompensiert und das schwache Feld des Versuches sowohl durch Spulen, als auch durch permanente Magnete erzeugt.

Dieser beobachtete Transversaleffekt scheint mir auf eine gewisse Asymmetrie des angeregten (bewegten) Wasserstoffatoms hinzuweisen, welche in der gegenseitigen Zuordnung von Feld, Strahl und Visionsrichtung zum Ausdrucke kommt. Wären die auf Grund der Theorie der magnetischen Quantelung möglichen Stellungen gleich wahrscheinlich, so könnte keine ausgesprochene Polarisation in den gefundenen Stellungen beobachtbar werden. Solange die von *Stark* und *Lunelund* entdeckte Polarisation des von bewegten Kanalstrahlen emittierten Lichtes nicht näher geklärt ist, erscheint — worauf auch *W. Gerlach*[3]) aufmerksam

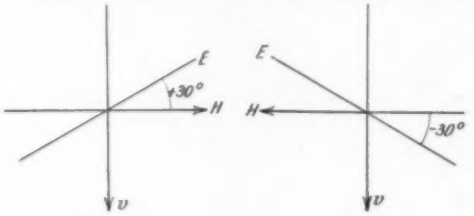

Fig. 1.

Fig. 2.

macht — eine befriedigende theoretische Erklärung der Polarisationserscheinungen des Kanalstrahllichtes im magnetischen Felde sehr erschwert. Man wird wohl annehmen dürfen, daß die Abhängigkeit der Polarisationsrichtung von der Richtung des Feldes ihren Grund hat in der verschiedenen Wahrscheinlichkeit der Atomstellungen, die mit dem Felde einen spitzen bzw. stumpfen Winkel einschließen, wie sie im Paramagnetismus von Gasen zum Ausdruck kommt, worauf mich Herr *F. Goldschmied* aufmerksam machte.

Ich habe die Absicht, die Polarisationserscheinungen an Kanalstrahlen mit und ohne Einwirkung von magnetischen und elektrischen Feldern weiter zu verfolgen und hoffe, daß es mir gelingen wird, die bisher angewandten sehr heiklen subjektiven Methoden durch objektive zu ersetzen.

H. Rausch von Traubenberg.

Prag, den 7. Januar 1924. Physikalisches Institut der deutschen Universität.

[1]) Naturwissenschaften S. 791, 1922.

[2]) Eine Einwirkung eines starken Magnetfeldes auf die Polarisation von Wasserstoff-Kanalstrahlen hat schon *R. v. Hirsch* festgestellt. Ann. d. Phys. *49*, S. 851, 1916.

[3]) Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften *2*, S. 143, 1923.

Mitteilungen aus verschiedenen biologischen Gebieten.

Von der Lackkultur in Indien. Es ist wenig bekannt, daß der von einer Schildlaus (Tachardia lacca) ausgeschiedene *Schellack* nicht nur das Produkt einer Sammeltätigkeit, sondern in der Hauptsache einer primitiven Kultur ist. Die Bäume, von denen er gewonnen wird, werden zur Erzielung geeigneter junger Triebe stark beschnitten und nach einigen Monaten mit sogenanntem Brutlack besetzt. Das geschieht, indem man kurzgeschnittene Aststücke von lacktragenden Bäumen zu dem Zeitpunkt, wo sie legereife Weibchen enthalten, in den Astgabeln so befestigt, daß die beiden Enden der Zweigstücke die Äste der Bäume berühren. Vierzehn Tage später sind die meisten Larven ausgekrochen und haben die neuen Zweige dicht besiedelt. Die Zweigstücke werden dann wieder abgenommen und zur Gewinnung des Lackes, der sie in einer mehrere Millimeter dicken Schicht überzieht, abgekratzt oder abgeklopft. Da im allgemeinen jährlich zwei Bruten stattfinden, können die Bäume zweimal im Jahre abgeerntet werden. Der Lack wird in der Sonne getrocknet und in Wasser gewaschen, wobei Harz und Farbstoff getrennt werden. Der schön dunkelrote Farbstoff, die *Lackfarbe*, findet zum Färben von Eriseide (Attacus ricini) Verwendung, und sie war

früher ein wichtigeres Produkt als der Schellack selbst. Sie hat aber durch die Einführung der Anilinfarben ihre Bedeutung verloren und wird jetzt wegen ihres Stickstoffgehaltes meist als Düngemittel verwendet.

Daß der Schellack ein uraltes Produkt ist, geht schon aus der indischen Literatur hervor. Das Wort „lac", Sanskrit „laksha", ist noch in seiner ursprünglichen Bedeutung als Zahl (= 100 000) im Gebrauch. Von ihm hat der palas (Butea frondosa), einer der verbreitetsten lacktragenden Bäume, seinen alten Namen laksha taru = der Baum, der 100 000 Insekten ernährt.

Der Schellack, der in neuerer Zeit besonders zur Herstellung von Grammophonplatten und von Firnis für Flugzeuge ausgedehnte Verwendung findet, ist ein wichtiger Ausfuhrartikel Indiens. Die Ausfuhr ist großen Schwankungen unterworfen; sie betrug über Kalkutta im Jahre 1921 über 36 Millionen Pfund im Werte von etwa 108 Millionen Goldmark. Die Gesamtproduktion einschließlich des Inlandverbrauches schätzt man daher auf 60 Millionen Pfund im Jahr. Die indische Regierung ist denn auch bemüht, die Lackkultur zu fördern und hat dafür einen Versuchsbetrieb bei dem landwirtschaftlichen Zentralinstitut in Pusa eingerichtet. Aus diesem Institut ist eine ausführliche Darstellung der Kultur hervorgegangen, welche jetzt in neuer Bearbeitung vorliegt (*C. S. Misra*, The cultivation of lac in the plains of India (Tachardia lacca, Kerr), Pusa Bulletin Nr. 142, 1923).

Obgleich der Lack in Indien weit verbreitet ist und an zahlreichen Bäumen vorkommt, ist seine Menge doch nur an wenigen so groß, daß das Sammeln oder die Kultur sich lohnen. Es bestehen auch sehr große regionale Unterschiede in bezug auf die Nährpflanzen des Insektes und die Qualität des Lackes. Das größte Produktionsgebiet liegt in den Zentralprovinzen und den angrenzenden Gebieten, insbesondere von Bihar und Orissa; die hauptsächlichsten Lackbäume sind dort kusumb (Schleichera trijuga) und palas (Butea frondosa), außerdem noch ber (Zizyphus jujuba). In Sind wird Lack nur am babul (Acacia arabica) gewonnen, in Assam dagegen hauptsächlich an Ficusarten (pipal = Ficus religiosa, und F. bengalensis), während er in Birma, das ebenfalls noch eine große Produktion hat, an einer größeren Anzahl von Bäumen vorkommt und nur durch Sammeltätigkeit gewonnen wird.

Der beste, hellgelbe Lack kommt vom kusumb, dann folgen palas und ber, von denen ersterer besonders reich an der roten Lackfarbe ist; weniger wertvoll ist der pipal-Lack. Bei den systematischen Kulturversuchen hat sich bald herausgestellt, daß die Übertragung der Insekten nur in einem Teil der Fälle gelingt, obgleich die Bäume gar keine nähere Verwandtschaft unter sich zeigen, so daß man auf eine große Anpassungsfähigkeit der Lacklaus schließen sollte. Palas-Brutlack wird in den Zentralprovinzen gewöhnlich auf ber übertragen, dagegen hält man die umgekehrte Übertragung nicht für lohnend. Auch kusumb läßt sich auf palas übertragen; Läuse von pipal gedeihen andererseits nicht auf anderen Bäumen. Versuche, Brutlack aus Sind in Bihar zu verwenden, schlugen fehl usw. Daher hat sich die Forschung besonders der Frage der Arteneinheit oder -verschiedenheit des Insektes zugewandt. Von der Unterfamilie der Tachardiinae führt eine neuere Bearbeitung (*Chamberlin*, A systematic monograph of the Tachardiinae or lac insects (Coccidae), Bull. of entomol. research, XIV, 1923, Heft 2) 44 Arten auf; davon scheiden alle mit Ausnahme der zur Untergattung Tachardina gehörenden Lack aus. Bei den meisten ist er jedoch weder rein genug von anderen Harzen, noch reichlich genug, um die Gewinnung zu lohnen.

Die morphologischen Unterschiede der Lackläuse sind vielfach gering, auch kommt noch die Möglichkeit des Bestehens von Varietäten oder Rassen in Frage. Daher ist neuestens auch eine rein physiologische Einteilung, die in erster Linie die Beschaffenheit des Produkts berücksichtigt, versucht worden (*Mahdihassan*, Classification of lac insects from a physiological stand-point, Journ. Science Association, Maharaja's College, Vizianagaram, Vol. *I*, 1923, Nr. 2 u. 3). *M.* unterscheidet echte Lackinsekten und Pseudolackinsekten. Er schlägt vor, den Gattungsnamen Tachardia nur für die letzteren als die zahlreicheren beizubehalten und die echten dagegen Lakshadia zu benennen. Als besondere Arten unterscheidet er dabei die folgenden, die zugleich den wichtigsten Nährpflanzen und Produktionsgebieten entsprechen und daher hier aufgeführt seien: L. indica (= T. lacca) auf Butea frondosa, L. nagoliensis (von der Handelssorte Nagoli abgeleitet = kusumb, Schleichera), L. sindica auf Aracia arabica, L. chinensis aus Assam, Indochina, wohl auch Südchina und Birma, L. mysorensis aus Mysore, nur auf Shorea talura, und L. communis, eine allgemein verbreitete Art mit zahlreichen Nährpflanzen.

Auch der Lack hat seine Schädlinge. Es sind besonders drei Arten von Mottenraupen, die den lebenden oder abgestorbenen Lackläusen nachstellen und dabei den Lack zerfressen und mit ihrem Kot und ihren Gespinsten verunreinigen. Ebenso schädlich sind einige Schlupfwespen, die häufig mehr als die Hälfte der Läuse einer Kolonie abtöten. Um die Übertragung dieser Schädlinge durch den Brutlack zu verhindern, muß dieser genau im richtigen Zeitpunkt ausgelegt werden, wenn die Weibchen reif sind, und nur etwa 14 Tage auf den Bäumen belassen werden. Man hat dann die Sicherheit, daß die meisten Larven ausgekommen, aber die Parasiten noch nicht übergewandert sind. *Morstatt.*

Die Entwicklung der Buchenassoziation seit dem Tertiär. (*Lämmermayr*, Beih. zu Feddes Repert. Bd. *24*, 1923. 100 Seiten, 7 Karten.) Ähnlich wie *Diels* (Ber. Deutsch. Bot. Ges. *35*, 1917) aus der Vegetationsrhythmik und der Verbreitung der Stauden des europäischen Laubwaldes auf ihre Herkunft schloß, vereinigt der Verf. hier Messungen des Lichtgenußminimums von Pflanzen des Buchenwaldes mit Tatsachen ihrer gegenwärtigen und früheren Verbreitung um zu einer Charakteristik seiner Assoziationstypen und zu Ansichten über ihre Entstehung zu gelangen.

Zunächst die Buche selbst. Sie wird ihre jetzigen Standortsbedürfnisse, vor allem ihr auffallend niedriges Lichtgenußminimum, erst nach dem Tertiär fixiert haben; lebten doch ihre (z. T. fossil bekannten) Vorfahren damals in einem subtropischen Regenwald. Ihr später Laubfall ist ja noch heute ein Beispiel erzwungener Periodizität. Auch Reinbestände dürften damals ebenso ungewöhnlich gewesen sein wie heute im tropischen Regenwald. — Im Diluvium mußte die Buche vor dem Eis zurückweichen und fand Zuflucht (aus geologischen und paläoklimatischen Ermittlungen erschlossen) auf der Balkanhalbinsel und in Südfrankreich-Nordspanien, ferner in kleineren Flecken im Alpen-, Karpathen-, Apenningebiet u. a. Ein kleines Refugium in Deutschland hat vielleicht in der Schwäbischen Alb bestanden. Der postglaziale Vorstoß wird von SW und SO nach N erfolgt sein, wo noch heute eine endgültige Klimagrenze nicht er-

reicht ist. Im Osten dagegen, vielleicht auch im Süden und Südwesten, ist das Buchenareal klimatisch begrenzt. — Anhangsweise geht der Verf. darauf ein, daß diese heutige Verbreitung gut zu den Forderungen der Pendulations-(Polschwankungs-)Theorie paßt, indem es eine fast symmetrische Verteilung zu beiden Seiten des Schwingungskreises (10° ö. L.) aufweist, wie auch das Areal der vorwiegend subtropischen und tropischen Fagaceen im ganzen. —

Nun die Pflanzengesellschaft. „Buchenbegleiter" gibt es nicht, wie sich schon sonst im Laufe der Zeit immer mehr herausgestellt hatte. Der Unterwuchs besteht aus Pflanzen, die starke Beschattung ertragen und an derartigen Standorten auch ganz unabhängig von der Buche vorkommen. Sie gehören floristisch verschiedensten Elementen an, die besonders zur Zeit des diluvialen Rückzuges sich der Assoziation eingliedern konnten. Ein besonders tiefes Lichtgenußminimum besitzen die mitteleuropäischen (baltischen), eurasiatischen, eurosibirischen und zirkumpolaren Arten des Fagetums, während illyrische, pontische, mediterrane, atlantische und alpine mit größerem Lichtbedürfnis den Wald*rand* bevorzugen. Dementsprechend ist die Zusammensetzung der Buchenassoziation in den einzelnen Ländern sehr verschieden. Der Verf. überblickt sie mit Hilfe der über die betreffenden Gebiete erschienenen Vegetationsschilderungen und findet, daß in allen ein baltischer Grundstock vorhanden ist, in dem sich je nach der Gegend ein stärkerer Einschlag eines anderen Elements bemerkbar macht: an Ozean, Nord- und Ostsee das atlantische, in den trockenwarmen Teilen der Donauländer zerstreut und in der Bukowina das pontische, auf der Balkanhalbinsel bis zu den Ostalpen und Ostkarpathen das illyrische. Dies alles sind pflanzengeographische Bezirke, die die mitteleuropäische Hauptmasse, den baltischen Bezirk zwischen sich einschließen. An der Südgrenze tritt das mediterrane, in den Hochgebirgen das alpine Element ein, ohne aber eine großzügigere Einteilung zu ermöglichen.

Markgraf.

Physiologie und Pathologie der Blutzuckerregulation. Ihre Bedeutung für die Pathogenese des Diabetes mellitus. (*Leo Pollak*, Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilk. Bd. *23*, S. 337—466, 1923.) Auf Grund eines Literaturverzeichnisses, das 465 Nummern umfaßt, gibt der bekannte Wiener Diabetesforscher ein Referat über den gegenwärtigen Stand der Lehre von der „Physiologie und Pathologie der Blutzuckerregulation". Die Aufgabe, über dieses 130 Seiten lange Referat an dieser Stelle zu referieren, kann nicht darin bestehen, im einzelnen den Inhalt wiederzugeben. Dagegen soll versucht werden, die Gruppierung des Stoffes und seine Verarbeitung durch den Verf. zu charakterisieren. Das Referat zerfällt in 4 Teile: Der Blutzucker unter physiologischen Verhältnissen, der Einfluß der verschiedenen Organe auf die Blutzuckerregulation, die Physiologie der Blutzuckerregulation und die Pathologie der Blutzuckerregulation. Der 3. Abschnitt ist wohl dem Verf. der wichtigste. Hier gibt er seine Anschauung über die Faktoren wieder, von denen die Höhe des Blutzuckers abhängt. Der Verf. legt dar, daß aus der Zuckerbildung und dem Zuckerverbrauch, wofür er den guten Ausdruck Dextrosetransformation wählt, sich die Höhe des Blutzuckers nicht angeben läßt, da die Verteilung zwischen Geweben und Blut unbekannt sei. Dieser Verteilung komme ein wichtiger Anteil neben der Bildung und der Transformation der Dextrose bei der Blutzuckerregulierung zu. Unsere Kenntnisse über den Zuckergehalt der Organe sind aber noch sehr unvollkommen, was zum Teil in methodischen Schwierigkeiten seinen Grund hat. *Pollak* bezieht sich in seinem Referat im wesentlichen auf neuere Literatur. Bei Erörterung der Frage nach dem Zuckergehalt der Organe (besonders der Leber, S. 364) hätte trotzdem *Pavy* erwähnt werden müssen. Als ein Zentralproblem erscheint bei dieser Auffassung der Verlauf der Blutzuckerkurve nach Zufuhr von Dextrose. Warum sinkt der Blutzucker so schnell wieder ab in einer Zeit, in der er weder bereits in den Geweben zu Glykogen geworden sein, noch auch durch Verbrennung im Organismus verschwunden sein kann? Um dies zu verstehen, wird angenommen, daß Dextrose — ähnlich wie Kochsalz, S. 416 — in den Geweben gespeichert werden könne. Als den „adäquaten Reiz" für die Blutzuckerregulation — besonders für die Geschwindigkeit der Zuckerbildung in der Leber — sieht *P.* die Höhe des Blutzuckergehaltes selbst an, wobei aber die Rolle des Nervensystems und der Hormone, des Pankreas, der Nebennieren nicht vergessen werden. Dem Nervensystem schreibt *P.* eine ähnliche Rolle zu, wie dem Accelerans und Vagus beim Herzen, dessen automatische Tätigkeit durch die Nerveneinflüsse lediglich modifiziert wird. Für bedenklich halte ich es, daß der Verf. häufig teleologische Betrachtungen an Stelle kausaler Ableitung setzt (z. B. S. 353, 417, 424, 437; besonders 418, wo der bedenkliche Ausdruck „Zuckerbedarf" ihm allerdings doch auch „schwer zu interpretieren" erscheint). Auch sollte man nicht von „Bahnung" der Glykogensynthese durch mehrfache Zuckergaben sprechen, wenn nicht sofort erklärt würde, was physikalisch-chemisch unter dieser „Bahnung" zu verstehen sei. Der ganze Wirrwarr der Meinungen über die Genese des Pankreas diabetes, der bis vor kurzem bestand, ist nur durch die spekulierende Teleologie entstanden (S. 447 unten), welche „zuckerhungrige Zellen" im Muskel, die keinen Zucker „verbrennen" können, an die Leber „telegraphieren" ließ: „Sendet mehr Blutzucker." Wenn man diese Wurzel der Abirrungen der „Theorien" über den Diabetes erkannt hat, muß man sich sorgfältig in Zukunft vor jeder spekulierenden Teleologie hüten. Im einzelnen sind natürlich auch andere Auffassungen als die des Ref. möglich, besonders bezüglich der Bedeutung der Acidose, deren Auffassung sich hauptsächlich auf Arbeiten eines Autors stützt, deren experimentelle Grundlagen nicht immer fest genug sind. Daß aber ein Referat aus der Feder eines Autors, dem die Diabeteslehre so viele wichtige Arbeiten verdankt, den Leser auf mancherlei Gedanken und Entwürfe zu Experimentalarbeiten bringt, ist wohl selbstverständlich. Erfreulich ist es besonders, daß hier gerade in dem Augenblick, ehe das Insulin entdeckt wurde, der damalige Zustand der Theorie festgehalten wurde, so daß man in einigen Jahren wird sehen können, was durch die Entdeckung des Insulins in der Theorie anders werden mußte. Wenn man die 465 Nummern des Literaturverzeichnisses betrachtet, so wird man den Ref. wegen dieser riesigen Arbeitsleistung nur noch mehr bewundern, einen leisen Seufzer nicht unterdrückend, daß es immer noch so ist wie weiland zu König Salomos Zeiten: Und viel Büchermachens ist kein Ende.

E. J. Lesser.

Ber. üb. d. ges. Physiol. u. experim. Pharmak.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19